



广东再添“国之重器”—— 强流重离子加速器装置 登场试运行

7月21日,位于广东省惠州市的国家重大科技基础设施建设项目——强流重离子加速器装置(HIAF)通过了由中国科学院科技基础能力局主持的工艺验收,标志着该装置完成所有工程建设内容,进入试运行阶段,开始投入科学研究。

■采写:新快报记者 陈慕媛

■图片:中国科学院近代物理研究所提供

■强流重离子加速器装置增强器。

“它是‘离子大炮’,也是‘超级显微镜’”

验收专家组由来自全国科研院所、高校等的8位院士、15位教授组成。专家组听取了工程建设及性能工艺测试报告,审阅了工艺总结报告和有关材料,并进行了现场考察和质询讨论。

专家组认为,HIAF实现了强流重离子加速器和实验终端方法和技术的链条自主可控创新突破,经多轮性能测试,国家要求的验收指标全部达到并优于设计指标。HIAF综合性能达到国际同类装置领先水平,实现了我国强流重离子加速器装置跨越发展。

“它是‘离子大炮’,也是‘超级显微镜’。”中国科学院近代物理研究所副所长、HIAF总工程师杨建成介绍:“高流强是新一代离子加速器最核心的性能指标,要实现超高流强指标,面临一系列世界级的动力学难题和技术挑战。

项目团队历经十六年集智攻坚,在强流束流动力学、核心关键技术方面取得了系列突破,在高质量、高效率工程建设方面开创了大科学工程建设新范式。”团队在国际上首次实现六维相空间填充注入,国际首创极高真空度大尺寸超薄壁骨架内衬真空室,创新研发变前励全储能电源新拓扑架构,自主研发国际低频段最高电压梯度油冷磁合金高频系统,实现国际上最快的非谐振加速。

团队还创新发展了加速器全系统数字孪生与复杂电磁兼容一体化技术体系,依托团队自主研发的大规模加速器集群控制系统,HIAF实现16小时2公里束线全线贯通,创造了国际同类装置束流调试速度新纪录。

基于这些创新技术,在HIAF束流工艺测试中,典型氧离子束与铋离子束

流强指标均优于工程设计指标,并刷新了国际重离子束脉冲流强新纪录,分别将原国际最高指标提高了3倍和7.5倍,氧离子束实测单核子能量为4.299吉电子伏,优于设计指标。

HIAF是世界上第一台超导直线加速器、同步加速器和储存环组合的先进重离子研究装置,结合了直线加速器的高脉冲流强优势和环形同步加速器的高能量特点。HIAF于2018年12月开工建设,2025年10月首次束出。

经了解,聚焦“探索原子核存在极限、揭示核天体物理过程、推动核能开发和多学科应用”三大目标,HIAF将为核科学前沿和重离子重大应用提供国际领先的研究平台,显著提升我国重离子科学与技术领域的创新能力,打造具有重大国际影响的重离子科学研究中心。

■知多D

正在建设的 国家重大科技基础设施

●加速器驱动嬗变——开了“外挂”的“核燃烧炉”

加速器驱动嬗变研究装置是国家“十二五”期间优先安排建设的重大科技基础设施。它显著提升我国在先进核能技术研发领域的研究水平和自主创新能力,探索安全妥善处理、处置核废料的技术路线和工艺。

●散裂中子源二期——超级显微镜

中国散裂中子源以中子为“探针”,探究物质的微观结构,小到蛋白质、DNA,大到航空发动机叶片、高铁轮毂,于毫末细微之间,发现物质不为人知的奥秘。

2024年启动的二期工程,将打靶束流功率提升5倍,新增9台中子谱仪和国内首台缪子实验终端以及高能质子实验终端。未来的它,实验精度和速度将显著提高,能够测量更小的样品、研究更快的动态过程。

●先进阿秒激光设施——超高速摄像机

阿秒是人类目前能够掌握的最短时间尺度,1阿秒仅为百亿亿分之一秒。阿秒激光像一台“超高速摄像机”,用于捕捉运动极快的电子的“动态影像”,记录它们的运动及其所决定的量子特性、磁性变化、化学反应和材料相变等现象。

●冷泉生态系统研究装置——海底实验室

冷泉生态系统研究装置是我国自主研发的首个海陆结合的国家重大科技基础设施,装置规模和主要技术指标在国际上处于地位领先。深海原位长期载人驻留实验技术可应用于建设不同谱系的深海驻留装备,广泛应用于深海油气以及铁锰结核等矿产资源开发、海底工程建设以及南海岛礁资源及权益的维护等。

●人类细胞谱系大科学研究设施——高精度“导航图”

人类细胞谱系大科学研究设施是粤港澳大湾区首个生命科学领域的国家级大科学装置。解析细胞谱系被誉为揭示生命发育与演变奥秘、操纵生命活动的“钥匙”,也是细胞命运转变的高精度“导航图”。



■强流重离子加速器装置航拍图。

链接 | “十四五”期间,广东新增5个国家重大科技基础设施

在去年底举行的“‘十四五’广东成就”系列主题新闻发布会上,广东省科学技术厅透露,“十四五”期间,广东新增国家重大科技基础设施5个,已建成和在建达到10个,数量跃居全国前列。这初步形成了以信息、生命、材料、能源领域为主的世界一流重大科技基础设施集群。

去年底举办的2025大湾区科学论坛上发布了中国科学院在粤重大科技基础设施建设成效报告。中国科学院先后在广东布局了10个重大科技基础设施,

加速器驱动嬗变、散裂中子源二期、先进阿秒激光设施、冷泉生态系统研究装置、人类细胞谱系大科学研究设施等5个国家重大科技基础设施正在建设。

这些大设施是支撑“加快打造原始创新策源地,加快突破关键核心技术,努力抢占科技制高点”的“国之重器”,在支撑科技创新与产业创新融合发展、引领未来产业发展方面发挥着越来越重要的作用。

例如,中国散裂中子源累计注册用户

9200余人,完成268家单位的2285项实验课题,重点支持航空航天、高铁船舶、新能源、磁性量子材料、高性能合金、高分子、信息材料等高科技领域的国家重大需求。江门中微子实验站正式运行取数,成为国际上首个运行的超大规模和超高精度中微子专用大科学装置。脑解析与脑模拟、合成生物学两个大设施在2024年12月正式启用后,已经开始在类脑智能、脑机接口、生物制造等领域发挥策源作用,为这些产业的培育壮大提供强劲动力。